

基于光谱分析的紫外水质检测技术探讨

王美霞

内蒙古自治区产品质量检验研究院 内蒙古呼和浩特 010010

摘要: 近几年, 水体污染状况日趋严重, 这就给水质检测工作增加了难度, 传统的化学分析法及生物传感法, 不但工作效率低, 且检测精度也存在较大误差。而采用光谱分析的紫外水质检测技术作为近年来流行于水质检测检测领域的一种全新检测方法, 能够快速测定出水体色度、浑浊度、化学需氧量、大肠菌群等指标, 为水污染治理提供了确凿依据。本文围绕光谱分析的紫外水质检测技术原理以及光谱分析实验流程与分析结果展开全面论述。

关键词: 光谱分析; 紫外水质检测; 技术探讨

Discussion on ultraviolet water quality detection technology based on spectral analysis

Wangmeixia

Inner Mongolia Autonomous Region product quality inspection institute Hohhot 010010, Inner Mongolia

Abstract: In recent years, water pollution is becoming more and more serious, which increases the difficulty of water quality detection. The traditional chemical analysis method and biosensor method not only have low efficiency but also have large errors in detection accuracy. As a new detection method popular in the field of water quality detection in recent years, the UV water quality detection technology using spectral analysis can quickly determine the indicators of watercolor, turbidity, chemical oxygen demand, coliform group, etc., providing a conclusive basis for water pollution control. This paper focuses on the principle of ultraviolet water quality detection technology of spectral analysis, as well as the experimental process and analysis results of spectral analysis.

Keywords: spectral analysis; UV water quality detection; Technical discussion

引言:

水质检测在改善水环境污染、保护水资源质量安全等方面具有重要意义。近几年, 国内外对于水质检测技术都进行了大量实践研究, 其中基于光谱分析的紫外水质检测技术相比于其他检测方法而言具有诸多优势, 比如, 检测方法纯粹依靠物理原理, 无须化学试剂, 不会对水质造成二次污染, 而且可以进行连续监测, 有助于进行水质动态参数的采集, 检测数据更加全面、细致, 检测结果更加可靠^[1-2]。但从其他角度来讲, 该技术也存在一定缺陷, 比如, 对于成分变化较大的水体, 检测难

度较大。基于此, 本文提出一种紫外(UV)光谱定性分析方法, 通过改进水体分类方式进一步增强水质检测技术的可行性。

1 技术概述

基于光谱分析的紫外线水质监测技术, 测量效率高, 操作流程简易, 近年来广泛应用于我国的工业废水、生活污水及自然水域的水质监测工作中。基于光谱分析的紫外线水质监测技术设计化学计量分析、连续光谱检测等多项技术种类^[1]。近年来伴随监测仪器设备以及分析算法的不断提升, 该技术的检测精度有了进一步提高, 可以有效实现对toc、COD、turb、No₃-n等参数的检测分析。

2 基于光谱分析的紫外水质检测技术方法原理

2.1 基于光谱分析的紫外水质检测原理

目前, 我国已经比较成熟的水质检测技术有很多种。其中, 紫外水质检测技术是应用频率较高的一种物理检

作者简介: 王美霞(1986年4月), 性别: 女, 民族: 汉, 籍贯: 内蒙古乌兰察布市, 职称: 中级工程师, 学历: 硕士研究生, 主要从事: 食品检测及检测质量监督, 邮箱: 654592807@qq.com。

测技术, 该技术依据的理论基础是朗伯比尔定律, 具体公式为:

$$A=kcL \quad (1)$$

式中, k 为吸收系数; c 为物质的测溶液浓度; L 为光程。

水体含有的酚类和苯类化学物质在紫外光线作用下会存在较为明显的光谱吸收现象。在此基础上, 人们可以利用吸收系数和光程, 完成基于光谱条件的紫外水质检测, 对水质中的COD成分进行测量和计算。但是, 单波长的紫外吸收泛化能力不强, 所以检测存在一定限制, 而紫外光谱分析法则可以在很大程度上克服这一缺陷, 实现高质量的水质检测效果。

2.2 光谱分析的主要方法

目前, 应用于水质检测领域的光谱分析技术主要包括光谱归一法与光谱直接对比法。光谱归一法的计算过程较为简洁, 计算公式简单易懂。 $ABS'(\lambda)=A(\lambda)-A_{min}/A_{max}-A_{min}$, 在计算公式中, $A(\lambda)$ 代表波长区域内的物质吸光度, A_{max} 和 A_{min} 代表波长区域内的最大吸光度与最小吸光度, 对于同一种被测定溶液来说, 浓度的大小往往于紫外线的光程存在较大差异。对于成分相同或相近的水样, 利用光谱归一法, 在光谱重合的前提下, 可以将不同的水样归结为同一种或者同一类样品, 如果光谱难以重合, 则可以判定检测的水样成分具有较大的区别, 根据检测结果也看出被检测水样不是同一类水质。

而光谱直接对比法的计算公式为: $ABS1(\lambda)=[ABS_{ref}(\lambda)]$, 从计算公式可以看出, 如果在检测实验中, 评价指标大于0.99, 则可以得出检测水样与参考水样相似的结论, 水样检测结果符合标准要求。如果小于0.99, 则可以证实被检测水样中的COD含量较高, 水污染状况较为严重。

3 发展现状

3.1 国内外演技现状

单波长分析法是最早的光谱技术, 经过不断的发展和演变, 逐步形成了现在广泛应用的而连续光谱法, 因此在过于的研究中往往254nm的波长最为常见。光谱分析技术的紫外线水质分析技术也主要是利用不同物质对254nm的吸收情况进行水质成分的判断。但在实际测量中发现, 在自然水体中存在许多固体大颗粒的悬浮物质, 阻碍了光波的传递造成了测量结果失真, 因此这种研究方法在早期阶段就被逐步遗弃, 降低水中固体大颗粒悬浮物质对检测结果的影响, 也一度成为业内热点研究

问题, 最终研究者选择使用350nm和465nm的波长的吸光度, 构建补偿模型。经过不断的实践和改进, 最终研发出双玻法技术, 不进有效的解决了水体中固体大颗粒悬浮物质对测量结果的影响, 还实现技术的仪器化降低了技术的应用要求和标准, 测量人员只要掌握仪器设备基础的操作方法, 就可以顺利的完成测量任务。

3.2 国外水质监测仪器生产现状

目前国外最大的水质监测生产企业是美国的Hach公司, 该公司生产的Uvasecose型号紫外水质分析仪器, 可以实现高效率、高精度的水质参数收集分析, 并提出了“特别吸光系数”的概念, 同时该设备首次使用了双光束探头结构, 让水质样品中固体颗粒对检测结果的影响降低至最低, 可以规避诸如温度、压力、设备原件老化等多种类环境及设备因素对检测结果带来的影响, 综合准确率可以达到5%以内, 广泛的应用于小型污水处理中^[1]。

3.3 国内水质监测仪器生产现状

我国在此类仪器设备的生产方面起步较晚, 虽然近年来发展十分迅速, 但生产技术以及生产规模与国外先进国家相比仍存在一定差距, 目前我国水质监测仪器设备多以双玻长分析仪器为主。如北京产的ew-2100型号水质分析仪器是目前应用最为广泛的, 该设备利用双波进行水质监测, 并配备了强力清洗系统, 虽然在技术层级方面相对落后于西方先进国家, 但其监测准确率以及测试效率均可以满足行业需求。

4 光谱分析的紫外水质检测试验讨论

光谱分析紫外水质检测实验中, 应用水质检测仪器, 从控制系统控制光电接收变化信息。经过单色器检测装置的处理, 水质检测色谱传入到流通池, 转变为相应的电信号, 利用无线数据及时将其上传到检测仪器的数据库进行数据处理。紫外水质检测仪器在光谱分析方面的范围能够达到200-720nm。化学需氧量吸光度检测中, 根据需要检测的水源范围, 实验水样至少为四种, 以保证试验检测的全面性与准确性。通过检测仪器获得样品的光谱变化, 获得相关数值创建化学需氧量模型, 求拟合直线平均值, 线性变化平稳, 数值>0.99, 得到吸光度化学需氧量数值。但是在实验计算中, 水样数值均以一种水样推算另一种水样, 这其中会出现推算误差。为了更好地解决这一差异, 需要在单波长分析基础上对数学模型进行创新, 以此来控制光谱分析误差^[2]。

根据某地实际水样检测发现, 取得的4份相同河流中的样品, 其中两份进行了稀释, 并且以重铬酸钾滴定法, 得到水样的化学需氧量值。

其中两份以紫外水质检测方法得到水质样品的吸收光谱,对光谱进行分析。发现归一化检测方法中,光谱变化范围计算数值波动率为5%,检测水样的线性拟合曲线呈现直线,数值 >0.99 ,吸收光谱数值相同。从中可以发现,去离子水将样品稀释后进行滴定的测量方法,在最终数值计算中误差大于紫外水质检测方法。

5 基于光谱分析的紫外水质检测技术应用优势

5.1 水质检测技术操作更便捷

基于光谱分析的紫外水质检测技术,其试验操作相较于传统化学水质检验更为便捷,不需要大量器具,并且具有理想的重复性能。紫外水质检测仪器的应用为水质检测节省很多时间,操作人员只需要按照步骤完成检测准备工作。

5.2 水质检测精准度、稳定性更好,检测速度更快

基于光谱分析的紫外水质检测技术正在朝检测精准度、稳定性提高,检测速度更快的方向前进。这种物理水质检测方式的精准度不断提高,人们可以根据不同的水源样品制定不同的对比精度标准,以模块化的方式完成精准度优化。同时,以水质环境为基础,制定具体的精准度检测方案,并且提高仪器测量标准,确保水质检测数据不会出现计算误差。当前,要加快紫外水质检测技术的检测速度,重视检测性能的提高,进一步为检测技术应用创造有利条件,提供更多水质检测新服务^[3]。

5.3 水质检测消耗与成本更低

基于光谱分析的紫外水质检测技术正在朝降低检测消耗、节省检测成本、保证检测精准性的方向发展。尤其是光谱分析方面,要改进紫外水质检测仪器,降低仪器检测消耗,以最少的检测资源得出最准确的检测结果。同时,减少水样品的应用,控制好检测投入,尽量减少油料消耗,以此达到降低成本的目的。

6 发展前景

根据前文所述,紫外水质监测技术主要包括单波长、多波长、紫外光谱、紫外可见光谱等集中技术类型。其中单波长以及多波长是最早期的紫外水质监测技术,但其因为缺少相关电转换设备,逐步被多波长,紫外可见光谱等技术所取代,近年来高分辨率全息光栅等技术的出现,更是让基于光谱分析的紫外水质分析技术进入到全新的发展领域,实现了根据水体中固体悬浮物大小含量进行波长调节,抗散射干扰等多项功能。

此外紫外可见光谱水质参数检测技术,无需添加化学试剂,在检测过程中不会对检测水体造成二次污染,具备长期检测的条件,可以用于污水处理厂的水体检测工作。因此紫外水质分析技术未来应向着高稳定性、高准确性、低污染性、分析速度快等方向发展。

7 结语

基于光谱分析的紫外水质检测技术具有很强的实际应用价值,相较于传统化学检测方法,这种物理检测方法更加简单、高效、环保,而且成本更低,随着绿色环保理念的提出,基于光谱分析的紫外水质检测技术应用前景将越来越广阔。因此,人们应当对此足够重视,在实际水质检测中不断总结经验,加强先进技术理论与实践的融合应用,进一步促进我国水质检测水平的提高。

参考文献:

- [1]黎洪松,刘俊.水质检测传感器研究的新进展[J].传感器与微系统,2012,31(3):11-14.
- [2]袁涛,刘中原,胡连哲等.电化学和电化学发光核酸适体传感器[J].分析化学,2012,41(7):972-977.
- [3]赵友全,王慧敏,刘子毓等.基于紫外光谱法的水质化学需氧量在线检测技术[J].仪器仪表学报,2010,31(9):1927-1932.